

PAT-NO: JP406265891A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06265891 A  
TITLE: LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT AND  
IMAGE PROJECTOR  
PUBN-DATE: September 22, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SHINOMIYA, TOKIHIKO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME SHARP CORP COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP05056198  
APPL-DATE: March 16, 1993

INT-CL (IPC): G02F001/1335, G02F001/1335  
US-CL-CURRENT: 349/5, 349/160

ABSTRACT:

PURPOSE: To use a liquid crystal optical element for a projection type display and to commonly use the element as a rear surface projection type and a front surface projection type by constituting the liquid crystal optical element in such a manner that the element can be changed over to a light scattering state and a transparent state having concave and convex lens functions at need.

CONSTITUTION: The liquid crystal optical element 1 can be changed over to

the light scattering state and the transparent state having the concave and convex lens functions by changing over the light scattering state and transparent state of a liquid crystal 4 by an electrooptical effect or thermooptical effect. The lens function of the lenticular lens 3a is controlled by changing the refractive index of the liquid crystal 4 by the electrooptical effect or thermooptical effect, by which the element can be changed over to the light scattering state and the transparent state. Further, the lens function of the Fresnel lens 2a and the lens function of the lenticular lens 3a are alternately exhibited by changing the refractive index of the liquid crystal 4 by the electrooptical effect or thermooptical effect, by which the element is changed over to the light scattering state and the transparent state having the concave and convex lens functions.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-265891

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)IntCl<sup>5</sup>

G02F 1/1335

識別記号

530

庁内整理番号

7408-2K

7408-2K

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-56198

(22)出願日 平成5年(1993)3月16日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 四宮 時彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

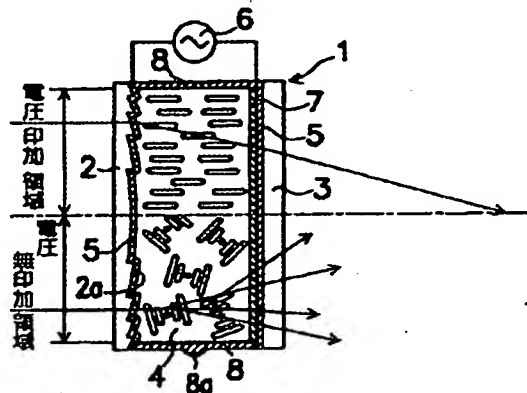
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 液晶光学素子及び画像投影装置

(57)【要約】

【構成】 電気光学効果又は熱光学効果により液晶4の光散乱状態と透明状態とを変化させ、液晶光学素子1を光散乱状態と凹凸レンズ機能を有する透明状態とで切り替え可能とする。また、電気光学効果又は熱光学効果により液晶4の屈折率を変化させて、レンチキュラーレンズ3aのレンズ機能を制御することにより、光散乱状態と透明状態とを切り替え可能とする。さらに、電気光学効果又は熱光学効果により液晶4の屈折率を変化させて、フレネルレンズ2aのレンズ機能とレンチキュラーレンズ3aのレンズ機能を交互に発揮させることにより、光散乱状態と凹凸レンズ機能を有する透明状態とを切り替え可能とする。

【効果】 液晶光学素子1を光散乱状態と必要に応じて凹凸レンズ機能を有する透明状態とで切り替えることができ、この液晶光学素子7を投射型ディスプレイに用いると、背面投射型と前面投射型を兼用させることが可能になる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向して設けられている一対の透明基板と、  
該一対の透明基板の間に封入されており、少なくとも第1の状態と第2の状態のどちらかの状態をとり得る液晶と、  
該一対の透明基板の少なくとも一方のうちの該液晶側に形成されている、光を集光あるいは発散させる光学部材と、  
該第1の状態及び該第2の状態を切り換える液晶制御手段と、を備えている液晶光学素子であって、  
該液晶が該第1の状態をとるときには光を散乱させ、該液晶が該第2の状態をとるときには光を集光あるいは発散させる液晶光学素子。

【請求項2】 前記光学部材がフレネルレンズである、請求項1に記載の液晶光学素子。

【請求項3】 対向して設けられている一対の透明基板と、  
該一対の透明基板の間に封入されており、少なくとも第1の状態と第2の状態のどちらかの状態をとり得る液晶と、  
該一対の透明基板の少なくとも一方のうちの該液晶側に形成されている、光を散乱させる光学部材と、  
該第1の状態及び該第2の状態を切り換える液晶制御手段と、を備えている液晶光学素子であって、  
該液晶が該第1の状態をとるときには光を透過し、該液晶が該第2の状態をとるときには光を散乱させる液晶光学素子。

【請求項4】 前記光学部材がレンチキュラーレンズである、請求項3に記載の液晶光学素子。

【請求項5】 第1の透明基板と、該第1の透明基板に対向して設けられている第2の透明基板とからなる一対の透明基板と、  
該一対の透明基板の間に封入されており、少なくとも第1の状態と第2の状態のどちらかの状態をとる液晶と、  
該第1の透明基板の該液晶側に形成されている、光を集光あるいは発散させる第1の光学部材と、  
該第2の透明基板の該液晶側に形成されている、光を散乱させる第2の光学部材と、  
該第1の状態及び該第2の状態を切り換える液晶制御手段と、を備えている液晶光学素子であって、  
該液晶が該第1の状態をとるときには光を散乱させ、該液晶が該第2の状態をとるときには光を集光あるいは発散させる液晶光学素子。

【請求項6】 前記第1の光学部材がフレネルレンズであり、前記第2の光学部材がレンチキュラーレンズである、請求項5に記載の液晶光学素子。

【請求項7】 前記液晶の相転移を起こすために該液晶を加熱する加熱手段をさらに備えており、前記液晶制御手段は該加熱手段を制御することにより、前記第1の状

2

態及び前記第2の状態を切り換える、請求項1、3または5に記載の液晶光学素子。

【請求項8】 前記一対の透明基板上に形成された透明電極と、前記液晶の分子配列を変化させるために該透明電極に電界を印加する電界印加手段とをさらに備えており、前記液晶制御手段は該電界印加手段を制御することにより、前記第1の状態及び前記第2の状態を切り換える、請求項1、3または5に記載の液晶光学素子。

【請求項9】 該液晶の相転移を起こすために該液晶を加熱する加熱手段と、前記一対の透明基板上に形成された透明電極と、該液晶の分子配列を変化させるために該透明電極に電界を印加する電界印加手段とをさらに備えており、前記液晶制御手段は該加熱手段と該電界印加手段とを制御することにより、前記第1の状態及び前記第2の状態を切り換える、請求項1、3または5に記載の液晶光学素子。

【請求項10】 光を発生する光源と、  
該光を受け取り、該光を画像光に変換して出射する液晶表示素子と、  
該画像光を投影する投影手段と、を備えている画像投影装置であって、  
投影された該画像光を受け取る請求項1、3または5に記載の液晶光学素子をさらに備えている画像投影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶を一対の透明基板で挟持した液晶光学素子と、この液晶光学素子を用いた投射型ディスプレイやスライドプロジェクタ等の画像投影装置に関する。

【0002】

【従来の技術】テレビジョン受信機の大画面化には、直視型テレビよりも投射型ディスプレイの方が有利である。この投射型ディスプレイは映像を形成するデバイスによってCRT方式と液晶方式とに分類される。また、映像を投射する方法によって前面投射型と背面投射型とに分類される。前面投射型の投射型ディスプレイは、装置の前方に配置されたスクリーンに映像を投射するものであり、背面投射型は、ディスプレイ装置の筐体に固定されたスクリーンに背面から映像を投射するものである。

【0003】一方、スライドプロジェクタにも、前面投射型だけでなく、筐体に設けたスクリーンに投射する背面投射型があり、この場合には、光学系の光軸を機械的に切り替えて前面投射型と背面投射型とを兼用することができるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前面投射型の投射型ディスプレイは、ホームシアター感覚の大画面を容易に得ることができ、画面サイズも自由に設定することができるという利点があるものの、スクリーン

3

の収納や調光を考慮した設置環境でなければ手軽に利用することができないという操作上の欠点がある。また、背面投射型の投射型ディスプレイは、通常の直視型テレビと同じ感覚で設置し利用することができるという利点を有する反面、画面サイズは固定されており、しかもこの画面サイズはディスプレイ装置の筐体に規制されてあまり大きくできないという欠点がある。

【0005】そこで、上記スライドプロジェクタのように前面投射型と背面投射型とを兼用できるようにすれば状況に応じて両者の利点を活用することができるようになるが、特に投射型ディスプレイのように比較的複雑な光学系の光路を切り替えるには、大型な光学部品や大掛かりな機械装置が必要となり、コストが高くなるだけでなく、故障の原因にもなり易いという問題が生じる。

【0006】本発明はこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、スクリーン機能とレンズ機能とを切り替えることができる液晶光学素子と、この液晶光学素子を用いて背面投射型と前面投射型とを兼用することができる画像投影装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶光学素子は、対向して設けられている一対の透明基板と、該一対の透明基板の間に封入されており、少なくとも第1の状態と第2の状態のどちらかの状態をとり得る液晶と、該一対の透明基板の少なくとも一方のうちの該液晶側に形成されている、光を集光あるいは発散させる光学部材と、該第1の状態及び該第2の状態を切り換える液晶制御手段とを備えており、該液晶が該第1の状態をとるときには光を散乱させ、該液晶が該第2の状態をとるときには光を集光あるいは発散させ、そのことにより上記目的が達成される。

【0008】前記光学部材がフレネルレンズであってもよい。

【0009】本発明の液晶光学素子は、対向して設けられている一対の透明基板と、該一対の透明基板の間に封入されており、少なくとも第1の状態と第2の状態のどちらかの状態をとり得る液晶と、該一対の透明基板の少なくとも一方のうちの該液晶側に形成されている、光を散乱させる光学部材と、該第1の状態及び該第2の状態を切り換える液晶制御手段とを備えており、該液晶が該第1の状態をとるときには光を透過し、該液晶が該第2の状態をとるときには光を散乱させそのことにより、上記目的が達成される。

【0010】前記光学部材がレンチキュラーレンズであってもよい。

【0011】本発明の液晶光学素子は第1の透明基板と該第1の透明基板に対向して設けられている第2の透明基板とからなる一対の透明基板と、該一対の透明基板の間に封入されており、少なくとも第1の状態と第2の状

4

態のどちらかの状態をとる液晶と、該第1の透明基板の該液晶側に形成されている、光を集光あるいは発散させる第1の光学部材と、該第2の透明基板の該液晶側に形成されている、光を散乱させる第2の光学部材と、該第1の状態及び該第2の状態を切り換える液晶制御手段とを備えており、該液晶が該第1の状態をとるときには光を散乱させ、該液晶が該第2の状態をとるときには光を集光あるいは発散させ、そのことにより上記目的が達成される。

10 【0012】前記第1の光学部材がフレネルレンズであり、前記第2の光学部材がレンチキュラーレンズであってもよい。

【0013】前記液晶光学素子は、前記液晶の相転移を起こすために該液晶を加熱する加熱手段をさらに備えており、前記液晶制御手段は該加熱手段を制御することにより、前記第1の状態及び前記第2の状態を切り換えてもよい。

20 【0014】前記液晶光学素子は、前記一対の透明基板上に形成された透明電極と、前記液晶の分子配列を変化させるために該透明電極に電界を印加する電界印加手段とをさらに備えており、前記液晶制御手段は該電界印加手段を制御することにより、前記第1の状態及び前記第2の状態を切り換えてもよい。

【0015】前記液晶光学素子は、該液晶の相転移を起こすために該液晶を加熱する加熱手段と、前記一対の透明基板上に形成された透明電極と、該液晶の分子配列を変化させるために該透明電極に電界を印加する電界印加手段とをさらに備えており、前記液晶制御手段は該加熱手段と該電界印加手段とを制御することにより、前記第1の状態及び前記第2の状態を切り換えてもよい。

30 【0016】本発明の画像投影装置は、光を発生する光源と、該光を受け取り、該光を画像光に変換して出射する液晶表示素子と、該画像光を投影する投影手段とを備えている画像投影装置であって、投影された該画像光を受け取る前記液晶光学素子をさらに備えていることにより、上記目的が達成される。

【0017】

40 【作用】本発明の液晶光学素子では、液晶の状態を、液晶と光学部材の屈折率がほぼ同じになる第1の状態、及び両者の屈折率が異なる第2の状態に切り換える。このように液晶と光学部材を組み合わせると、液晶の状態を切り換えることにより、液晶光学素子は入射光を散乱及び集光あるいは発散させることが可能となる。光学部材としてフレネルレンズを用い、また、第1の状態では光散乱状態となり、第2の状態では透明状態となる液晶を用いると、液晶が第1の状態にあるときには液晶光学素子は入射光を散乱させる。また、第2の状態にあるときには、液晶の屈折率とフレネルレンズの屈折率とが異なるため、液晶光学素子に入射した光は液晶を透過し、フレネルレンズによって集光あるいは発散される。

50

5

【0018】光学部材としてレンチキュラーレンズを用いると、液晶が第1の状態にあるときには液晶とレンチキュラーレンズとの屈折率がほぼ同じであるために、液晶光学素子に入射した光はそのまま透過される。液晶が第2の状態にあるときには、液晶とレンチキュラーレンズの屈折率が異なるために、液晶を透過した入射光はレンチキュラーレンズによって散乱される。

【0019】また、一対の基板の一方の上にフレネルレンズを形成し、他方の上にレンチキュラーレンズを形成して、液晶の屈折率が、第1の状態ではフレネルレンズの屈折率と第2の状態ではレンチキュラーレンズの屈折率とほぼ同じになるような液晶を用いると、液晶が第1の状態にあるときには、入射光はフレネルレンズが形成された基板と液晶との境界部分では屈折せずにそのまま通過し、液晶とレンチキュラーレンズによって散乱される。液晶が第2の状態にあるときには入射光はフレネルレンズによって集光あるいは発散される。

【0020】液晶状態の切り換えは液晶制御手段によって行われる。液晶光学素子に、液晶を加熱するための加熱手段を設けると、加熱手段を液晶制御手段によって制御することにより、液晶の温度変化による相転移を利用して、液晶の状態(相)を切り換えることができる。例えば、常温におけるコレステリック相やカイラルスメクティック相等のフォーカルコニック配列の液晶を高温の等方性液相へ相転移させて、光散乱状態から透明状態に液晶の状態を切り換えることができる。

【0021】また、一対の基板上の各々に透明電極を設け、電界印加手段を用いて液晶に電場を印加することにより、液晶の相転移を利用して液晶の状態を切り換えることもできる。例えば、液晶に電場を印加することにより、コレステリック相やカイラルネマティック相等のフォーカルコニック配列からネマティック相のホメオトロピック配列へ相転移させて、光散乱状態から透明状態に状態を切り換えることができる。また、例えばこの電場によって液晶の複屈折制御( ECB )を行うことにより、ネマティック相の配向処理によるホモジニアス配列からホメオトロピック配列に遷移させて屈折率を変化させることができる。

【0022】上記構成の液晶光学素子を画像投影装置に適用すると、画像投影装置を背面投射型として用いる場合には、液晶光学素子を光散乱状態とすることにより、映像をこの液晶光学素子に投射することができる。また、前面投射型として用いる場合には、液晶光学素子を透明状態とすることにより、映像をこの液晶光学素子を透過させて前方のスクリーンに投射することができる。この際、液晶光学素子の光集光又は光発散を行うレンズ作用を利用することができる。

【0023】

【実施例】以下、図面を参照しながら、本発明を実施例について説明する。

6

【0024】図1は本発明の第1実施例を示すものであって、液晶光学素子の電圧印加状態と無印加状態を示す縦断面図である。

【0025】液晶は、電気光学効果や熱光学効果によって、屈折率やリタゼーション(retardation)等を変化させることができるとともに、光散乱状態と透明状態とを切り替えることもできる。本発明による液晶光学素子について説明する。

【0026】液晶光学素子1は、一対の透明基板2、3を対向して配置し、これらの透明基板2、3の間に液晶4を挟持したものである。一方の透明基板2は、屈折率が1.59のポリカーボネート系の樹脂からなり、外側面がフラットで、内側面に凸レンズ状のフレネルレンズ2aが形成されている。フレネルレンズ2aは、レンズ面を同心円状に階段状に形成したものであり、挟持する液晶4の厚さをほぼ均一にすることができるために、通常の凸レンズを使用した場合に比べて制御を容易にすることができるという利点がある。また、他方の透明基板3は、屈折率が1.49のアクリル系の樹脂からなり、内外側面ともにフラットに形成されている。

【0027】透明基板2、3の内側面には、ともにITO電極膜5、5が形成されている。ITO電極膜5は、透明な導電材であるITO(Indium Tin Oxide)をスパッタ法等によって透明基板2、3の内側面に成膜した薄膜であり、500~5000オングストローム、より好ましくは1000~3000オングストローム程度の厚さに形成されている。これらのITO電極膜5、5は、外部の駆動電源6に接続され、交流の矩形波電圧が印加されるようになっている。交流電圧を印加するのは、液晶4の劣化を防止するためである。また、透明基板3の内側面には、ITO電極膜5の表層に重ねて透明絶縁膜7が形成されている。透明絶縁膜7は、ITO電極膜5、5に電圧を印加した際のリーク電流を防止するための透明な絶縁膜であり、スパッタ法等によって500~5000オングストローム、より好ましくは1000~3000オングストローム程度の厚さに形成されている。

【0028】上記透明基板2、3は、間隔を開けて内側面を向かい合わせに配置した状態で周囲をエポキシ樹脂8によって封止固定されている。また、このエポキシ樹脂8には、注入口8aが設けられ、この注入口8aから透明基板2、3の間に真空注入法によって液晶4が注入されている。注入口8aは、液晶4の注入後に光硬化性エポキシ樹脂によって封止される。

【0029】本実施例では、液晶4として、常温でネマティック相を呈し、入射光の偏光方向(振動ベクトル)が液晶分子の長軸に垂直となる場合(常光)の屈折率が1.49となり、平行となる場合(異常光)の屈折率が1.59となるネマティック液晶、例えばメルク社製のZLI-3783( $n_o=1.49$ 、 $n_e=1.59$ )にカイラル物質(光

学活性物質)を添加したカイラルネマティック液晶を使用した。ネマティック液晶にカイラル物質を添加したカイラルネマティック液晶を用いると、駆動電源6が電圧を印加しない場合には、カイラルネマティック液晶4はフォーカルコニック配列をとる。このとき、コレステリック液晶と同様の螺旋構造を持ったカイラルネマティック液晶の分子がランダムに配向するため、入射光が散乱される。また電圧印加時には、ホメオトロピック配列のネマティック相へ相転移する。ホメオトロピック配列になるため液晶分子の長軸が基板面に垂直な配列をとり、液晶が透明状態となり、液晶の屈折率は、入射光の偏光方向にかかわらず1.49となる。

【0030】上記構成の液晶光学素子1にはほぼ平行な光を入射すると、駆動電源6が電圧を印加しない場合には、図1下部の電圧無印加領域に示すように、液晶4によって入射光が散乱される。従って、この場合には、液晶光学素子1が白濁した不透明状態となり、ここに映像を投射すればスクリーンとして利用することができるようになる。また、駆動電源6が交流の矩形波電圧を印加した場合には、液晶4が屈折率が1.49の透明状態となり、透明基板2の屈折率1.59と相違することになるため、透明基板2の内側面に形成されたフレネルレンズ2aが凸レンズとして機能し、図1上部の電圧印加領域に示すように、入射光を集光することになる。従って、この場合には、映像を前方のスクリーンに投射する際の凸レンズとして利用することができる。

【0031】図2は本発明の第2実施例を示すものであって、液晶光学素子の常温状態と加熱状態を示す縦断面図である。なお、図1に示した第1実施例と同様の機能を有する構成部材には、同じ番号を付記して説明を省略する。

【0032】本実施例の液晶光学素子も、第1実施例と同様に、液晶自身の光散乱状態と透明状態との切り替えを用いている。

【0033】液晶光学素子1は、第1実施例と同様に、一対の透明基板2、3を対向して配置し、これらの透明基板2、3の間に液晶4を挟持したものであり、一方の透明基板2の内側面には、凸レンズ状のフレネルレンズ2aが形成されている。ただし、ITO電極膜5と透明絶縁膜7は形成されず、これらに代えて、一方の透明基板2の外側面に透明ヒータ9が貼付されている。透明ヒータ9は、透明な電熱シートであり、外部の駆動電源6に接続されている。また、液晶4は、ここでは常温でスメクティックC相を呈するスメクティック液晶、例えばチッソ社製のCS-1010にカイラル物質を添加したカイラルスメクティックC液晶を使用した。この液晶4は、駆動電源6が透明ヒータ9を加熱しない常温の場合には、カイラルスメクティックC相を呈する。カイラルスメクティックC相では、カイラル物質によってコレステリック液晶と同様の螺旋構造を持った液晶分子がラン

ダムに配向するため、入射光が散乱される。また、駆動電源6が透明ヒータ9を加熱し液晶4を90℃程度まで熱した場合には、等方性液相に相転移する。等方性液相は、透明な液体状態であり光学的異方性も生じない。

【0034】上記構成の液晶光学素子1にはほぼ平行な光を入射すると、駆動電源6が透明ヒータ9を加熱しない場合には、図2上部の常温領域に示すように、液晶4によって入射光が散乱されることになり、ここに映像を投射すればスクリーンとして利用することができるようになる。また、駆動電源6が透明ヒータ9を加熱した場合には、液晶4の相は等方相に転移し、液晶4は透明状態となる。このときの液晶4の屈折率と透明基板2と屈折率とは異なるため、透明基板2の内側面に形成されたフレネルレンズ2aが凸レンズとして機能し、図2下部の加熱領域に示すように、入射光を集光することになる。従って、この場合には、液晶光学素子1を、映像を前方のスクリーンに投射する際の凸レンズとして利用することができるようになる。

【0035】液晶自身の光散乱状態と透明状態との切り替えは、上記第1実施例と第2実施例による方式の他に、任意の方式を用いることができる。この方式の主なものは基板の配向処理の有無と電場印加又は加熱を利用するものに分けると、次のようにまとめることができる。

【0036】(1) 配向処理を行わず、電場を印加することにより液晶の配向状態を変化させる方式

この方式の例としては、第1実施例に示したようにフォーカルコニック配列のコレステリック相(光散乱)からホメオトロピック配列のネマティック相(透明)に相転移させる方式や、ネマティック相又はスメクティック相の高分子液晶をマイクロカプセル等によって樹脂板中に分散させ、電圧無印加時には分散粒子による光散乱状態とし、電圧印加時には分散粒子中の分子配列が水平又は垂直となる透明状態に変化させる方式が挙げられる。

【0037】(2) 配向処理を行わず、加熱によって液晶の配向状態を変化させる方式

第2実施例に示したようにカイラルスメクティック相(光散乱)から等方性液相(透明)への相転移による方式、フォーカルコニック配列のコレステリック相(光散乱)から等方性液相(透明)に相転移させる方式等がある。

【0038】(3) 配向処理を行い、電場を印加することにより液晶の配向状態を変化させる方式

螺旋構造をとるカイラルスメクティックC相(光散乱)から、電圧印加により、螺旋構造がほどけた一軸配列状態(透明)への切り替え(DHF方式)による分子配列の変化を利用した方式がある。

【0039】(4) 配向処理を行い、加熱によって液晶の配向状態を変化させる方式

螺旋構造をとるカイラルスメクティックC相(光散乱)

から、基板に水平方向に一軸に分子が揃ったスメクティックA相（透明）への相転移による方式、フィンガーテックスチャのコレステリック相（光散乱）から等方性液相（透明）に相転移させる方式等がある。

【0040】図3は本発明の第3実施例を示すものであって、液晶光学素子の電圧印加状態と無印加状態を示す縦断面図である。なお、図1及び図2に示した実施例と同様の機能を有する構成部材には、同じ番号を付記して説明を省略する。

【0041】本実施例の液晶光学素子は、液晶の複屈折効果（ECB）を利用したDAP方式により屈折率を切り替えるものである。

【0042】液晶光学素子1は、第1実施例と同様に、一対の透明基板2、3を対向して配置し、これらの透明基板2、3の間に液晶4を挟持したものである。ただし、一方の透明基板2は、屈折率が1.49のアクリル系の樹脂からなり、内外側面ともにフラットに形成されている。また、他方の透明基板3は、屈折率が1.59のポリカーボネート系の樹脂からなり、外側面がフラットで、内側面に微細な凸状を多数形成したレンチキュラーレン

ズ3aが形成されている。

【0043】透明基板2、3の内側面には、第1実施例と同様に、500～5000オングストローム、より好ましくは1000～3000オングストローム程度の厚さにITO電極膜5、5が形成され、外部の駆動電源6に接続されて交流の矩形波電圧が印加されるようになっている。また、透明基板2の内側面には、ITO電極膜5の表層に重ねて透明絶縁膜7がスパッタ法等によって2000オングストローム程度の厚さに形成されている。さらに、この透明基板2の内側面には、透明絶縁膜7の表層に重ねて配向膜10が形成されると共に、透明基板3の内側面にも、レンチキュラーレンズ3a上に配向膜10が形成されている。これらの配向膜10、10には、一軸配向処理が施されている。また、透明基板2、3は、ラビング軸が反平行となるように約50μmの間隔を開けて、エポキシ樹脂8により封止固定されている。

【0044】液晶4は、ここでは常温でネマティック相を呈し、入射光の偏光方向が液晶分子の長軸に垂直となる場合の屈折率が1.49となり、平行となる場合の屈折率が1.59となるネマティック液晶、例えば第1実施例で利用したメルク社製のZLI-3783（ $n_o=1.49$ 、 $n_e=1.59$ ）を使用した。この液晶4は、駆動電源6が電圧を印加しない場合には、ホモジニアス配列のネマティック相を呈する。ホモジニアス配列のネマティック相では、液晶分子の長軸が基板面に水平に配向するため、透明状態であり、かつ、入射光の偏光方向によって屈折率が1.49と1.59の複屈折を生じる。また、電圧印加時には、ホメオトロピック配列のネマティック相に変化する。ホメオトロピック配列のネマティック相では、液晶

分子の長軸が基板面に垂直に配向するため、透明状態であり、かつ、入射光の屈折率が偏光方向にかかわらず等しく1.49となる。

【0045】本実施例では、液晶光学素子1の前方に偏光板11が配置され、入射光は偏光板11を介して液晶光学素子1に入射するようになっている。偏光板11は、電圧無印加時における上記液晶4の液晶分子の長軸に対して平行となる偏光方向の入射光のみを透過する方向に配置されている。

【0046】上記構成の液晶光学素子1にはほぼ平行な光を入射すると、駆動電源6が電圧を印加しない場合には、図3下部の電圧無印加領域に示すように、偏光板11を通った入射光の偏光方向に対する液晶4の屈折率が1.59となり、透明基板3の屈折率と一致するため、レンチキュラーレンズ3aがレンズ機能を発揮せず、そのまま通過することになる。従って、この場合には、入射光の映像をそのまま透過させて前方のスクリーンに投射することができるようになる。また、駆動電源6が交流の矩形波電圧を印加した場合には、入射光に対する液晶4の屈折率が1.49となり、透明基板3の屈折率1.59と相違することになるためレンチキュラーレンズ3aが機能して、図3上部の電圧印加領域に示すように、入射光を散乱させることになる。従って、この場合には、液晶光学素子1が白濁した不透明状態となり、ここに映像を投射すればスクリーンとして利用することができるようになる。

【0047】図4は本発明の第4実施例を示すものであって、液晶光学素子の電圧印加状態と無印加状態を示す縦断面図である。なお、図1～図3に示した実施例と同様の機能を有する構成部材には、同じ番号を付記して説明を省略する。

【0048】本実施例の液晶光学素子も、液晶の複屈折効果を利用したDAP方式により液晶の屈折率を切り替える。

【0049】液晶光学素子1は、第1実施例及び第3実施例と同様に、一対の透明基板2、3を対向して配置し、これらの透明基板2、3の間に液晶4を挟持したものである。ただし、一方の透明基板2は、屈折率が1.49のアクリル系の樹脂からなり、外側面がフラットで、内側面にフレネルレンズ2aが形成されている。また、他方の透明基板3は、第3実施例と同様に、屈折率が1.59のポリカーボネート系の樹脂からなり、外側面がフラットで、内側面にレンチキュラーレンズ3aが形成されている。

【0050】透明基板2の内側面には、第3実施例と同様に、ITO電極膜5及び配向膜10が形成され、透明基板3の内側面にも、ITO電極膜5、透明絶縁膜7及び配向膜10が形成されている。ITO電極膜5、5は、外部の駆動電源6に接続されており、交流の矩形波電圧が印加されるようになっている。また、配向膜10、1



## 11

0には一軸配向処理が施され、透明基板2、3は、ラビング軸が反平行となるように、約50 $\mu$ mの間隔を開けてエポキシ樹脂8により封止固定されている。

【0051】本実施例でも、透明基板2、3の間に注入する液晶4は第3実施例と同じ液晶を用いている。また、液晶光学素子1の前方には、第3実施例と同様に偏光板11が配置されている。

【0052】上記構成の液晶光学素子1にはほぼ平行な光を入射すると、駆動電源6が電圧を印加しない場合には、図4下部の電圧無印加領域に示すように、偏光板11を通った入射光の偏光方向に対する液晶4の屈折率が1.59となり、透明基板2の屈折率1.49と相違し透明基板3の屈折率とは一致するため、フレネルレンズ2aのみが凸レンズ機能を発揮して、入射光を集光することになる。従って、この場合には、映像を前方のスクリーンに投射する際の凸レンズとして利用することができるようになる。また、駆動電源6が交流の矩形波電圧を印加した場合には、入射光に対する液晶4の屈折率が1.49となり、透明基板2の屈折率と一致し透明基板3の屈折率1.59とは相違するため、レンチキュラーレンズ3aのみが機能して、図4上部の電圧印加領域に示すように、入射光を散乱させることになる。従って、この場合には、液晶光学素子1が白濁した不透明状態となり、ここに映像を投射すればスクリーンとして利用することができるようになる。

【0053】なお、上記第3実施例及び第4実施例では、液晶光学素子1が透明状態となる場合の入射光の偏光方向を偏光板11によって規制する必要があるため、この偏光板11により入射光量に無駄が生じる。しかしながら、液晶方式の投射型ディスプレイのように、映像を作る際に既に光を偏光しているような場合には偏光板11を設ける必要がなくなるので、これらの実施例は特に液晶方式の投射型ディスプレイに適している。また、液晶の屈折率を変化させる液晶光学素子として液晶レンズが従来から利用されているが、これは液晶レンズ自身の焦点距離を変化させるものであり、これらの実施例のようにレンチキュラーレンズ3aと組み合わせて光散乱状態と作り出すものは従来存在しなかった。

【0054】図5及び図6は本発明の第5実施例を示すものであって、図5は投射型ディスプレイを背面投射型として用いた場合の光学系の構成を示す縦断面図、図6は投射型ディスプレイを前面投射型として用いた場合の光学系の構成を示す縦断面図である。

【0055】本実施例では、上記第1実施例～第4実施例のいずれかの液晶光学素子1を液晶方式の投射型ディスプレイに用いている。

【0056】この投射型ディスプレイは、背後にパラボラミラー21を配置した光源22の前方に、フィルタ23、偏光板24、液晶表示素子25及び偏光板26を配置している。パラボラミラー21は、光源22からの光

## 12

をほぼ平行光線として前方に照射する。フィルタ23は、有害な赤外線と紫外線をカットするためのものである。偏光板24は、平行光線となった入射光の特定の偏光方向の光のみを通過させるフィルタである。液晶表示素子25は、アクティブマトリクス方式によってカラー映像光を通過させる表示デバイスである。偏光板26は、先の偏光板24の偏光方向に対して直交する偏光方向の光のみを通過させるフィルタであり、これによって液晶表示素子25が透過した光から映像成分のみ取り出すようになっている。

【0057】上記偏光板26のさらに前方には、凸レンズ27及び第1実施例～第4実施例のいずれかの液晶光学素子1が配置されている。凸レンズ27は、入射した映像の平行光を集光し、液晶光学素子1上及びその前方に結像させることができるようになっている。

【0058】上記構成の投射型ディスプレイは、背面投射型として用いられる場合には、図5に示すように、凸レンズ27の位置を調整して、映像の平行光を液晶光学素子1上に結像させる。また、この際、液晶光学素子1の印加電圧又は加熱を制御して液晶光学素子1が光散乱状態となるようにしておく。すると、凸レンズ27によって液晶光学素子1に映像が投射され、この液晶光学素子1の前方から映像を鑑賞することができるようになる。

【0059】また、この投射型ディスプレイを前面投射型として用いる場合には、図6に示すように、凸レンズ27の位置を調整して、映像の平行光を液晶光学素子1よりも前方に結像させる。また、この際、液晶光学素子1の印加電圧又は加熱を制御して、この液晶光学素子1が透明状態となるようにしておくとともに、液晶光学素子1の前方にスクリーン28を配置する。すると、凸レンズ27によってこのスクリーン28に投射された映像を鑑賞することができるようになる。

【0060】なお、前面投射型として用いる場合には、投射する映像が背面投射型の場合とは左右逆になるので、液晶表示素子25が形成する映像もこれに合わせて変化させる必要がある。また、液晶光学素子1が透明状態の場合に凸レンズ又は凹レンズの機能を有する場合には凸レンズ27の焦点距離を補助することになる。

【0061】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の液晶光学素子によれば、液晶の光散乱状態と透明状態とを変化させることにより、入射光を散乱させる状態と入射光をフレネルレンズ等のレンズで屈折させて集光又は発散させる状態との間で切り替えることができる。また、液晶の屈折率を変化させることにより、入射光をレンチキュラーレンズ等のレンズで散乱させる状態と、入射光をこのレンズで屈折させずそのまま透過させる状態との間で切り替えることができる。さらに、液晶の屈折率を変化させることにより、入射光を一方のレンチ

13

キュラーレンズ等のレンズで散乱させる状態と、入射光を他方のフレネルレンズ等のレンズで集光又は発散するように屈折させる状態との間で切り替えることができるようになる。

【0062】また、上記液晶光学素子を画像投影装置に用いれば、この液晶光学素子の光散乱状態と透明状態との切り替えにより、背面投射型と前面投射型を兼用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すものであって、液晶光学素子の電圧印加状態と無印加状態を示す縦断面図である。

【図2】本発明の第2実施例を示すものであって、液晶光学素子の常温状態と加熱状態を示す縦断面図である。

【図3】本発明の第3実施例を示すものであって、液晶光学素子の電圧印加状態と無印加状態を示す縦断面図である。

【図4】本発明の第4実施例を示すものであって、液晶

14

光学素子の電圧印加状態と無印加状態を示す縦断面図である。

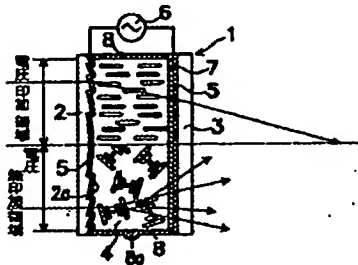
【図5】本発明の第5実施例を示すものであって、投射型ディスプレイを背面投射型として用いた場合の光学系の構成を示す縦断面図である。

【図6】本発明の第5実施例を示すものであって、投射型ディスプレイを前面投射型として用いた場合の光学系の構成を示す縦断面図である。

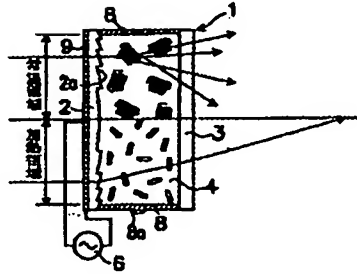
【符号の説明】

- |    |    |            |
|----|----|------------|
| 10 | 1  | 液晶光学素子     |
|    | 2  | 透明基板       |
|    | 2a | フレネルレンズ    |
|    | 3  | 透明基板       |
|    | 3a | レンチキュラーレンズ |
|    | 4  | 液晶         |
|    | 5  | ITO電極膜     |
|    | 6  | 駆動電源       |
|    | 9  | 透明ヒータ      |

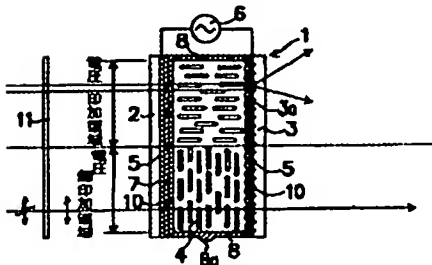
【図1】



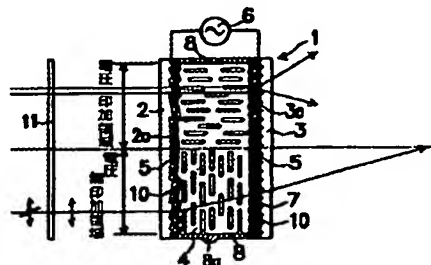
【図2】



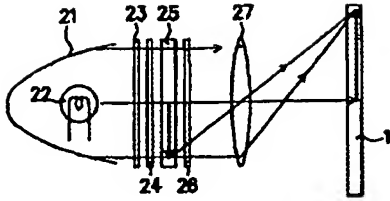
【図3】



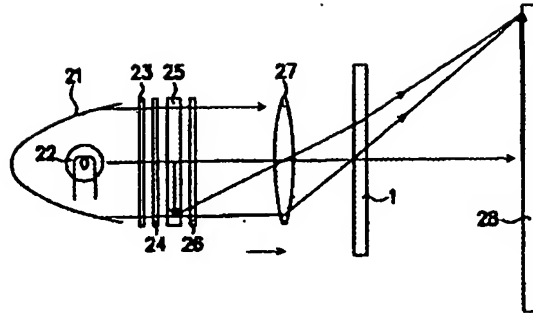
【図4】



【図5】



【図6】



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing of longitudinal section in which showing the 1st example of this invention and showing the electrical-potential-difference impression condition and the condition of not impressing of a liquid crystal optical element.

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section in which showing the 2nd example of this invention and showing the ordinary temperature condition and heating condition of a liquid crystal optical element.

[Drawing 3] It is drawing of longitudinal section in which showing the 3rd example of this invention and showing the electrical-potential-difference impression condition and the condition of not impressing of a liquid crystal optical element.

[Drawing 4] It is drawing of longitudinal section in which showing the 4th example of this invention and showing the electrical-potential-difference impression condition and the condition of not impressing of a liquid crystal optical element.

[Drawing 5] It is drawing of longitudinal section in which showing the 5th example of this invention and showing the configuration of the optical system at the time of using a projection mold display as a tooth-back projection mold.

[Drawing 6] It is drawing of longitudinal section in which showing the 5th example of this invention and showing the configuration of the optical system at the time of using a projection mold display as a front projection mold.

[Description of Notations]

- 1 Liquid Crystal Optical Element
- 2 Transparence Substrate
- 2a Fresnel lens
- 3 Transparence Substrate
- 3a Lenticular lens
- 4 Liquid Crystal
- 5 ITO Electrode Layer
- 6 Drive Power Source
- 9 Transparence Heater

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to image projection equipments using the liquid crystal optical element which pinched liquid crystal with the transparence substrate of a pair, and this liquid crystal optical element, such as a projection mold display and a slide projector.

[0002]

[Description of the Prior Art] The projection mold display is more advantageous to big-screen-izing of a television set than direct viewing type television. This projection mold display is classified into a CRT method and a liquid crystal method according to the device which forms an image. Moreover, it is classified into a front projection mold and a tooth-back projection mold according to the approach of projecting an image. The projection mold display of a front projection mold projects an image on the screen arranged ahead of equipment, and a tooth-back projection mold projects an image on the screen fixed to the case of a display unit from a tooth back.

[0003] On the other hand, there is a tooth-back projection mold projected on the screen formed not only in a front projection mold but in the case, in this case, the optical axis of optical system can be mechanically changed also to a slide projector, and a front projection mold and a tooth-back projection mold can be also [ projector ] used now.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the projection mold display of a front projection mold can obtain the big screen of home theater feeling easily, and although there is an advantage that a screen size can also be set up freely, if it is not an installation environment in consideration of receipt or modulated light of a screen, it has a fault on actuation in which it cannot use easily. Moreover, while it has the advantage that the projection mold display of a tooth-back projection mold can be installed, and can be used with the same feeling as the usual direct viewing type television, the screen size is being fixed and this screen size has the fault that it is regulated by the case of a display unit and cannot do not much greatly.

[0005] Then, if it enables it to make a front projection mold and a tooth-back projection mold serve a double purpose like the above-mentioned slide projector, both advantage can be utilized according to a situation, but in order to change the optical axis of comparatively complicated optical system like especially a projection mold display, a large-sized optic and a large-scale machinery are needed, and the problem cost not only becomes high, but that tends to cause failure arises.

[0006] The place which this invention is made in view of such the present condition, and is made into that purpose is offering the image projection equipment which can make a tooth-back projection mold and a front projection mold serve a double purpose using the liquid crystal optical element which can change a screen function and a lens function, and this liquid crystal optical element.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The transparence substrate of the pair prepared face to face by the liquid crystal optical element of this invention, The liquid crystal which is enclosed between the

transparence substrates of this pair and can take one of the conditions of the 1st condition and the 2nd condition at least, The optical member which is formed in this liquid crystal side of [ one / at least ] the transparence substrates of this pair and which makes light condense or emit, Have the liquid crystal control means which switches this 1st condition and this 2nd condition, when this liquid crystal takes this 1st condition, scatter light, when this liquid crystal takes this 2nd condition, light is made to condense or emit, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0008] Said optical member may be a Fresnel lens.

[0009] The transparence substrate of the pair prepared face to face by the liquid crystal optical element of this invention, The liquid crystal which is enclosed between the transparence substrates of this pair and can take one of the conditions of the 1st condition and the 2nd condition at least, The optical member which is formed in this liquid crystal side of [ one / at least ] the transparence substrates of this pair and over which light is scattered, It has the liquid crystal control means which switches this 1st condition and this 2nd condition, when this liquid crystal takes this 1st condition, light is penetrated, when this liquid crystal takes this 2nd condition, light is scattered and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0010] Said optical member may be a lenticular lens.

[0011] the liquid crystal optical element of this invention -- the 1st transparence substrate -- this -- with the transparence substrate of a pair which consists of the 2nd transparence substrate which counters the 1st transparence substrate and is prepared The liquid crystal which is enclosed between the transparence substrates of this pair and takes one of the conditions of the 1st condition and the 2nd condition at least, this -- with the 1st optical member which is formed in this liquid crystal side of the 1st transparence substrate and which makes light condense or emit this -- with the 2nd optical member which is formed in this liquid crystal side of the 2nd transparence substrate and over which light is scattered Have the liquid crystal control means which switches this 1st condition and this 2nd condition, when this liquid crystal takes this 1st condition, scatter light, when this liquid crystal takes this 2nd condition, light is made to condense or emit, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0012] Said 1st optical member may be a Fresnel lens, and said 2nd optical member may be a lenticular lens.

[0013] Said liquid crystal optical element is further equipped with a heating means to heat this liquid crystal, in order to cause the phase transition of said liquid crystal, and said liquid crystal control means may switch said the 1st condition and said 2nd condition by controlling this heating means.

[0014] Said liquid crystal optical element is further equipped with the transparent electrode formed on the transparence substrate of said pair, and an electric-field impression means to impress electric field to this transparent electrode in order to change the molecular arrangement of said liquid crystal, and said liquid crystal control means may switch said the 1st condition and said 2nd condition by controlling this electric-field impression means.

[0015] A heating means to heat this liquid crystal in order that said liquid crystal optical element may cause the phase transition of this liquid crystal, It has further the transparent electrode formed on the transparence substrate of said pair, and an electric-field impression means to impress electric field to this transparent electrode in order to change the molecular arrangement of this liquid crystal. By controlling this heating means and this electric-field impression means, said liquid crystal control means may switch said the 1st condition and said 2nd condition.

[0016] The image projection equipment of this invention is image projection equipment equipped with the light source which generates light, the liquid crystal display component which changes this light into reception, changes this light into image light, and carries out outgoing radiation, and a projection means to project this image light, and the above-mentioned purpose is attained by having further said liquid crystal optical element which receives this projected image light.

[0017]

[Function] In the liquid crystal optical element of this invention, the condition of liquid crystal is switched to the 1st condition that the refractive index of liquid crystal and an optical member becomes almost the same, and the 2nd condition that both refractive indexes differ. Thus, if liquid crystal and an

optical member are combined, it will become possible by switching the condition of liquid crystal dispersion and to make it condense or emit of a liquid crystal optical element about incident light. In the 1st condition, it will be in a light-scattering condition, using a Fresnel lens as an optical member, and in the 2nd condition, if the liquid crystal which will be in a transparence condition is used, when liquid crystal is in the 1st condition, a liquid crystal optical element will scatter incident light. Moreover, since the refractive index of liquid crystal differs from the refractive index of a Fresnel lens when it is in the 2nd condition, the light which carried out incidence to the liquid crystal optical element penetrates liquid crystal, and is condensed or emitted by the Fresnel lens.

[0018] Since the refractive index of liquid crystal and a lenticular lens is almost the same when liquid crystal is in the 1st condition if a lenticular lens is used as an optical member, the light which carried out incidence to the liquid crystal optical element is penetrated as it is. Since the refractive indexes of liquid crystal and a lenticular lens differ when liquid crystal is in the 2nd condition, the incident light which penetrated liquid crystal is scattered about with a lenticular lens.

[0019] Moreover, form a Fresnel lens on [ one ] the substrate of a pair, and a lenticular lens is formed on another side. If liquid crystal to which the refractive index of liquid crystal becomes almost the same as the refractive index of a lenticular lens in the refractive index and the 2nd condition of a Fresnel lens in the 1st condition is used When liquid crystal is in the 1st condition, in the boundary part of the substrate and liquid crystal with which the Fresnel lens was formed, incident light passes as it is, without being refracted, and is scattered about with liquid crystal and a lenticular lens. Incident light is condensed or emitted by the Fresnel lens when liquid crystal is in the 2nd condition.

[0020] A switch of a liquid crystal condition is performed by the liquid crystal control means. If the heating means for heating liquid crystal is formed in a liquid crystal optical element, the condition (phase) of liquid crystal can be switched to it by controlling a heating means by the liquid crystal control means using the phase transition by the temperature change of liquid crystal. For example, phase transition of the liquid crystal of the focal conic array of the cholesteric phase in ordinary temperature or chiral smectic equality can be carried out to the isotropic hot liquid phase, and the condition of liquid crystal can be switched to a transparence condition from a light-scattering condition.

[0021] Moreover, the condition of liquid crystal can also be switched using the phase transition of liquid crystal by preparing a transparent electrode in each on the substrate of a pair, and impressing electric field to liquid crystal using an electric-field impression means. For example, by impressing electric field to liquid crystal, phase transition can be carried out from the focal conic array of a cholesteric phase or chiral pneumatic equality to the HOMEOTORO pick array of a nematic phase, and a condition can be switched to a transparence condition from a light-scattering condition. Moreover, by performing birefringence control (ECB) of liquid crystal, for example by this electric field, a HOMEOTORO pick array can be made to be able to change from the homogeneous array by orientation processing of a nematic phase, and a refractive index can be changed.

[0022] If the liquid crystal optical element of the above-mentioned configuration is applied to image projection equipment, when using image projection equipment as a tooth-back projection mold, an image can be projected on this liquid crystal optical element by making a liquid crystal optical element into a light-scattering condition. Moreover, when using as a front projection mold, by making a liquid crystal optical element into a transparence condition, this liquid crystal optical element can be made to be able to penetrate, and an image can be projected on a front screen. Under the present circumstances, the lens operation which performs optical condensing or optical emission of a liquid crystal optical element can be used.

[0023]

[Example] Hereafter, this invention is explained about an example, referring to a drawing.

[0024] Drawing 1 is drawing of longitudinal section in which showing the 1st example of this invention and showing the electrical-potential-difference impression condition and the condition of not impressing of a liquid crystal optical element.

[0025] By the electro-optical effect or the thermooptic effect, liquid crystal can also change a light-scattering condition and a transparence condition while being able to change a refractive index,

RITAZESHON (retardation), etc. The liquid crystal optical element by this invention is explained.

[0026] The liquid crystal optical element 1 counters and arranges the transparence substrates 2 and 3 of a pair, and pinches liquid crystal 4 among these transparence substrates 2 and 3. A refractive index consists of resin of the polycarbonate system of 1.59, the lateral surface is a flat and, as for one transparence substrate 2, convex lens-like Fresnel lens 2a is formed in the medial surface. Since Fresnel lens 2a can make homogeneity mostly thickness of the liquid crystal 4 which forms a lens side in concentric circular stair-like, and pinches it, it has the advantage that control can be made easy compared with the case where the usual convex lens is used. Moreover, a refractive index consists of acrylic resin of 1.49, and, as for the transparence substrate 3 of another side, the inside-and-outside side face is formed in the flat.

[0027] The ITO electrode layers 5 and 5 are formed in both the medial surfaces of the transparence substrates 2 and 3. The ITO electrode layer 5 is a thin film which formed ITO (Indium Tin Oxide) which is transparent electric conduction material to the medial surface of the transparence substrates 2 and 3 by the spatter etc., and is more preferably formed in the thickness of about 1000-3000Å 500-5000Å. These ITO electrode layers 5 and 5 are connected to the external drive power source 6, and the square wave electrical potential difference of an alternating current is impressed. Alternating voltage is impressed for preventing degradation of liquid crystal 4. Moreover, the transparence insulator layer 7 is formed in the surface of the ITO electrode layer 5 in piles at the medial surface of the transparence substrate 3. The transparence insulator layer 7 is a transparent insulator layer for preventing the leakage current at the time of impressing an electrical potential difference to the ITO electrode layers 5 and 5, and is more preferably formed in the thickness of about 1000-3000Å of 500-5000Å of spatters etc.

[0028] Closure immobilization of the above-mentioned transparence substrates 2 and 3 is carried out with the epoxy resin 8 in the perimeter in the condition of having opened spacing and having arranged the medial surface face to face. Moreover, inlet 8a is prepared in this epoxy resin 8, and liquid crystal 4 is poured in by the vacuum pouring-in method among the transparence substrates 2 and 3 from this inlet 8a. The closure of the inlet 8a is carried out with a photoresist epoxy resin after impregnation of liquid crystal 4.

[0029] In this example, the pneumatic liquid crystal from which the refractive index in the case (abnormality light) of presenting a nematic phase in ordinary temperature, and a refractive index in case the polarization direction (oscillating vector) of incident light becomes perpendicular to the major axis of a liquid crystal molecule (Tsunemitsu) being set to 1.49 as liquid crystal 4, and becoming parallel is set to 1.59, for example, the chiral pneumatic liquid crystal which added the chiral matter (optically active substance) to ZLI-3783 (no=1.49, ne=1.59) by Merck Co., was used. If the chiral pneumatic liquid crystal which added the chiral matter is used for a pneumatic liquid crystal, when the drive power source 6 will not impress an electrical potential difference, the chiral pneumatic liquid crystal 4 takes a focal conic array. Incident light is scattered about in order that the molecule with the same spiral structure as cholesteric liquid crystal of a chiral pneumatic liquid crystal may carry out orientation at random at this time. Moreover, at the time of electrical-potential-difference impression, phase transition is carried out to the nematic phase of a HOMEOTORO pick array. Since it becomes a HOMEOTORO pick array, an array with the major axis of a liquid crystal molecule perpendicular to a substrate side is taken, liquid crystal will be in a transparence condition and the refractive index of liquid crystal will be set that there is nothing to 1.49 by relation in the polarization direction of incident light.

[0030] If incidence of the light almost parallel to the liquid crystal optical element 1 of the above-mentioned configuration is carried out, when the drive power source 6 will not impress an electrical potential difference, as shown in electrical-potential-difference the non-impressed field of the drawing 1 lower part, incident light is scattered about with liquid crystal 4. Therefore, it will be in the opaque condition that the liquid crystal optical element 1 became cloudy, in this case, and if an image is projected here, it can use as a screen. Moreover, since a refractive index will be in the transparence condition of 1.49 and liquid crystal 4 will be different from the refractive index 1.59 of the transparence substrate 2 when the drive power source 6 impresses the square wave electrical potential difference of an alternating current, Fresnel lens 2a formed in the medial surface of the transparence substrate 2 will



function as a convex lens, and incident light will be condensed as shown in the electrical-potential-difference impression field of the drawing 1 upper part. Therefore, it can use in this case as a convex lens at the time of projecting an image on a front screen.

[0031] Drawing 2 is drawing of longitudinal section in which showing the 2nd example of this invention and showing the ordinary temperature condition and heating condition of a liquid crystal optical element. In addition, the same number is appended to the configuration member which has the same function as the 1st example shown in drawing 1, and explanation is omitted.

[0032] The change in the own light-scattering condition of liquid crystal and the transparenence condition is used like [ the liquid crystal optical element of this example ] the 1st example.

[0033] Like the 1st example, the liquid crystal optical element 1 counters and arranges the transparenence substrates 2 and 3 of a pair, it pinches liquid crystal 4 among these transparenence substrates 2 and 3, and convex lens-like Fresnel lens 2a is formed in the medial surface of one transparenence substrate 2. However, the ITO electrode layer 5 and the transparenence insulator layer 7 are not formed, but are replaced with these, and the transparenence heater 9 is stuck on the lateral surface of one transparenence substrate 2. The transparenence heater 9 is a transparent electric heat sheet, and is connected to the external drive power source 6. Moreover, the smectic liquid crystal which presents a smectic C phase in ordinary temperature here, for example, the chiral smectic C liquid crystal which added the chiral matter to CS-1010 by Chisso Corp., was used for liquid crystal 4. In the case of the ordinary temperature in which the drive power source 6 does not heat the transparenence heater 9, this liquid crystal 4 presents a chiral smectic C phase. In a chiral smectic C phase, in order that the liquid crystal molecule which had the same spiral structure as cholesteric liquid crystal with the chiral matter may carry out orientation at random, incident light is scattered about. Moreover, when the drive power source 6 heats the transparenence heater 9 and heats liquid crystal 4 to about 90 degrees C, phase transition is carried out to the isotropic liquid phase. The isotropic liquid phase is in a transparent liquid condition, and does not produce optical anisotropy, either.

[0034] If incidence of the light almost parallel to the liquid crystal optical element 1 of the above-mentioned configuration is carried out, when the drive power source 6 will not heat the transparenence heater 9, if incident light will be scattered about and an image is projected here with liquid crystal 4 as shown in the ordinary temperature field of the drawing 2 upper part, it can use as a screen. Moreover, when the drive power source 6 heats the transparenence heater 9, the phase of liquid crystal 4 is transferred to an isotropic phase, and liquid crystal 4 will be in a transparenence condition. Since it differs from the refractive index of the liquid crystal 4 at this time, the transparenence substrate 2, and a refractive index, Fresnel lens 2a formed in the medial surface of the transparenence substrate 2 will function as a convex lens, and incident light will be condensed as shown in the heating field of the drawing 2 lower part. Therefore, the liquid crystal optical element 1 can be used now in this case as a convex lens at the time of projecting an image on a front screen.

[0035] A change in the own light-scattering condition of liquid crystal and the transparenence condition can use the method of arbitration other than the method by the 1st example of the above, and the 2nd example. The main things of this method can be summarized as follows, if it divides into the thing using the existence, electric-field impression, or heating of orientation processing of a substrate.

[0036] (1) As an example of the method this gentleman type to which the orientation condition of liquid crystal is changed by not performing orientation processing but impressing electric field The method which carries out phase transition to the nematic phase (transparenence) of a HOMEOTORO pick array from the cholesteric phase (light scattering) of a focal conic array as shown in the 1st example, The polymer liquid crystal of a nematic phase or a smectic phase is distributed in a resin plate with a microcapsule etc., it considers as the light-scattering condition by the particulate material at the time of no electrical-potential-difference impressing, and the method which the molecular arrangement in a particulate material changes to a horizontal or the transparenence condition which becomes perpendicular is held at the time of electrical-potential-difference impression.

[0037] (2) Orientation processing is not performed, but as shown in the 2nd example of a method to which the orientation condition of liquid crystal is changed with heating, there are a method by the

phase transition from a chiral smectic phase (light scattering) to the isotropic liquid phase (transparence), a method which carries out phase transition to the isotropic liquid phase (transparence) from the cholesteric phase (light scattering) of a focal conic array.

[0038] (3) Orientation processing is performed and there is a method which used change of the molecular arrangement by change (DHF method) in the 1 shaft array condition (transparence) that spiral structure came loose, by electrical-potential-difference impression from the chiral smectic C phase (light scattering) which takes the method spiral structure to which the orientation condition of liquid crystal is changed by impressing electric field.

[0039] (4) Orientation processing is performed and there are a method by the phase transition from the chiral smectic C phase (light scattering) which takes the method spiral structure to which the orientation condition of liquid crystal is changed with heating to the smectic A phase (transparence) to which the molecule was horizontally equal to one shaft in a substrate, a method which carries out phase transition to the isotropic liquid phase (transparence) from the cholesteric phase (light scattering) of a finger texture.

[0040] Drawing 3 is drawing of longitudinal section in which showing the 3rd example of this invention and showing the electrical-potential-difference impression condition and the condition of not impressing of a liquid crystal optical element. In addition, the same number is appended to the configuration member which has the same function as the example shown in drawing 1 and drawing 2, and explanation is omitted.

[0041] The liquid crystal optical element of this example changes a refractive index with the DAP method using the birefringence effectiveness (ECB) of liquid crystal.

[0042] Like the 1st example, the liquid crystal optical element 1 counters and arranges the transparence substrates 2 and 3 of a pair, and pinches liquid crystal 4 among these transparence substrates 2 and 3. However, a refractive index consists of acrylic resin of 1.49, and, as for one transparence substrate 2, the inside-and-outside side face is formed in the flat. Moreover, lenticular lens 3a by which a refractive index consists of resin of the polycarbonate system of 1.59, the lateral surface is a flat, and the transparence substrate 3 of another side formed convex [ detailed / much ] in the medial surface is formed.

[0043] Like the 1st example, the ITO electrode layers 5 and 5 are more preferably formed in the thickness of about 1000-3000Å, 500-5000Å connects with the external drive power source 6, and the square wave electrical potential difference of an alternating current is impressed to the medial surface of the transparence substrates 2 and 3. Moreover, the transparence insulator layer 7 is formed in the surface of the ITO electrode layer 5 of the spatter etc. in piles at the medial surface of the transparence substrate 2 at the thickness of about 2000Å. Furthermore, while the orientation film 10 is formed in the surface of the transparence insulator layer 7 in piles at the medial surface of this transparence substrate 2, the orientation film 10 is formed on lenticular lens 3a also at the medial surface of the transparence substrate 3. Uniaxial orientation processing is performed to these orientation film 10 and 10. Moreover, the transparence substrates 2 and 3 open spacing of about 50 micrometers so that a rubbing shaft may serve as anti-parallel, and closure immobilization is carried out with the epoxy resin 8.

[0044] The pneumatic liquid crystal by Merck Co. which used in the 1st example from which the refractive index in the case of presenting a nematic phase in ordinary temperature here, and a refractive index in case the polarization direction of incident light becomes perpendicular to the major axis of a liquid crystal molecule being set to 1.49, and becoming parallel is set to 1.59, ZLI-3783 [ for example, ], ( $n_o=1.49$ ,  $n_e=1.59$ ) was used for liquid crystal 4. This liquid crystal 4 presents the nematic phase of a homogeneous array, when the drive power source 6 does not impress an electrical potential difference. In the nematic phase of a homogeneous array, in order that the major axis of a liquid crystal molecule may carry out orientation at a level with a substrate side, it is in a transparence condition and a refractive index produces the birefringence of 1.49 and 1.59 according to the polarization direction of incident light. Moreover, at the time of electrical-potential-difference impression, it changes to the nematic phase of a HOMEOTORO pick array. In the nematic phase of a HOMEOTORO pick array, in order that the major axis of a liquid crystal molecule may carry out orientation at right angles to a substrate side, it is

in a transparence condition and the refractive index of incident light is set to 1.49 equally [ there is no involvement in the polarization direction and ] to it.

[0045] In this example, a polarizing plate 11 is arranged ahead of the liquid crystal optical element 1, and incidence of the incident light is carried out to the liquid crystal optical element 1 through a polarizing plate 11. The polarizing plate 11 is arranged in the direction which penetrates only the incident light of the polarization direction which becomes parallel to the major axis of the liquid crystal molecule of the above-mentioned liquid crystal 4 at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[0046] Since the refractive index of the liquid crystal 4 to the polarization direction of the incident light which passed along the polarizing plate 11 is set to 1.59 and it is in agreement with the refractive index of the transparence substrate 3 as shown in electrical-potential-difference the non-impressed field of the drawing 3 lower part when the drive power source 6 does not impress an electrical potential difference if incidence of the light almost parallel to the liquid crystal optical element 1 of the above-mentioned configuration is carried out, lenticular lens 3a will not demonstrate a lens function, but will pass as it is. Therefore, in this case, the image of incident light can be made to penetrate as it is, and it can project now on a front screen. Moreover, when the drive power source 6 impresses the square wave electrical potential difference of an alternating current, since the refractive index of the liquid crystal 4 to incident light is set to 1.49 and will be different from the refractive index 1.59 of the transparence substrate 3, lenticular lens 3a functions, and incident light is made scattered about as shown in the electrical-potential-difference impression field of the drawing 3 upper part. Therefore, it will be in the opaque condition that the liquid crystal optical element 1 became cloudy, in this case, and if an image is projected here, it can use as a screen.

[0047] Drawing 4 is drawing of longitudinal section in which showing the 4th example of this invention and showing the electrical-potential-difference impression condition and the condition of not impressing of a liquid crystal optical element. In addition, the same number is appended to the configuration member which has the same function as the example shown in drawing 1 - drawing 3 , and explanation is omitted.

[0048] The liquid crystal optical element of this example also changes the refractive index of liquid crystal with the DAP method using the birefringence effectiveness of liquid crystal.

[0049] Like the 1st example and the 3rd example, the liquid crystal optical element 1 counters and arranges the transparence substrates 2 and 3 of a pair, and pinches liquid crystal 4 among these transparence substrates 2 and 3. However, a refractive index consists of acrylic resin of 1.49, the lateral surface is a flat and, as for one transparence substrate 2, Fresnel lens 2a is formed in the medial surface. Moreover, like the 3rd example, a refractive index consists of resin of the polycarbonate system of 1.59, the lateral surface is a flat and lenticular lens 3a is formed in the medial surface by the transparence substrate 3 of another side.

[0050] The ITO electrode layer 5 and the orientation film 10 are formed in the medial surface of the transparence substrate 2 like the 3rd example, and the ITO electrode layer 5, the transparence insulator layer 7, and the orientation film 10 are formed also in the medial surface of the transparence substrate 3. The ITO electrode layers 5 and 5 are connected to the external drive power source 6, and the square wave electrical potential difference of an alternating current is impressed. Moreover, uniaxial orientation processing is performed to the orientation film 10 and 10, the transparence substrates 2 and 3 open spacing of about 50 micrometers, and closure immobilization is carried out with the epoxy resin 8 so that a rubbing shaft may serve as anti-parallel.

[0051] The liquid crystal 4 which also pours in this example among the transparence substrates 2 and 3 uses the same liquid crystal as the 3rd example. Moreover, the polarizing plate 11 is arranged like the 3rd example ahead of the liquid crystal optical element 1.

[0052] Since the refractive index of the liquid crystal 4 to the polarization direction of the incident light which passed along the polarizing plate 11 is set to 1.59, it is different from the refractive index 1.49 of the transparence substrate 2 and the refractive index of the transparence substrate 3 is in agreement as shown in electrical-potential-difference the non-impressed field of the drawing 4 lower part when the

drive power source 6 does not impress an electrical potential difference if incidence of the light almost parallel to the liquid crystal optical element 1 of the above-mentioned configuration is carried out, only Fresnel lens 2a will demonstrate a convex lens function, and will condense incident light. Therefore, it can use now in this case as a convex lens at the time of projecting an image on a front screen. Moreover, the refractive index of the liquid crystal 4 to incident light is set to 1.49, since the refractive index 1.59 of the transparence substrate 3 is different in accordance with the refractive index of the transparence substrate 2, only lenticular lens 3a functions and incident light is made scattered about as shown in the electrical-potential-difference impression field of the drawing 4 upper part when the drive power source 6 impresses the square wave electrical potential difference of an alternating current. Therefore, it will be in the opaque condition that the liquid crystal optical element 1 became cloudy, in this case, and if an image is projected here, it can use as a screen.

[0053] In addition, in the 3rd example of the above, and the 4th example, since it is necessary to regulate the polarization direction of incident light in case the liquid crystal optical element 1 will be in a transparence condition with a polarizing plate 11, futility arises in the amount of incident light with this polarizing plate 11. However, since it becomes unnecessary to form a polarizing plate 11 when having already polarized light like the projection mold display of a liquid crystal method, in case an image is made, especially these examples are suitable for the projection mold display of a liquid crystal method. Moreover, although the liquid crystal lens was used from the former as a liquid crystal optical element to which the refractive index of liquid crystal is changed, this changes the own focal distance of a liquid crystal lens, and the light-scattering condition and the thing to make did not exist conventionally combining lenticular lens 3a like these examples.

[0054] Drawing of longitudinal section and drawing 6 which drawing 5 and drawing 6 show the 5th example of this invention, and show the configuration of optical system when drawing 5 uses a projection mold display as a tooth-back projection mold are drawing of longitudinal section showing the configuration of the optical system at the time of using a projection mold display as a front projection mold.

[0055] In this example, the liquid crystal optical element 1 of either the 1st example of the above - the 4th example is used for the projection mold display of a liquid crystal method.

[0056] This projection mold display arranges the filter 23, the polarizing plate 24, the liquid crystal display component 25, and the polarizing plate 26 ahead of the light source 22 which has arranged the parabola mirror 21 back. The parabola mirror 21 irradiates ahead by making light from the light source 22 into a parallel ray mostly. A filter 23 is for omitting harmful infrared radiation and ultraviolet rays. A polarizing plate 24 is a filter which passes only the light of the specific polarization direction of incident light used as a parallel ray. The liquid crystal display component 25 is a display device which makes color image light penetrate by the active matrix. A polarizing plate 26 is a filter which passes only the light of the polarization direction which intersects perpendicularly to the polarization direction of the previous polarizing plate 24, and takes out only an image component from the light which the liquid crystal display component 25 penetrated by this.

[0057] Ahead, the liquid crystal optical element 1 of either a convex lens 27 and the 1st example - the 4th example is arranged at the pan of the above-mentioned polarizing plate 26. A convex lens 27 can condense the parallel light of the image which carried out incidence, and can be made to carry out image formation the liquid crystal optical element 1 top and ahead [ its ] now.

[0058] When used as a tooth-back projection mold, as shown in drawing 5, the projection mold display of the above-mentioned configuration adjusts the location of a convex lens 27, and carries out image formation of the parallel light of an image on the liquid crystal optical element 1. Moreover, the applied voltage of the liquid crystal optical element 1 or heating is controlled, and it is made for the liquid crystal optical element 1 to be in a light-scattering condition in this case. Then, with a convex lens 27, it can be projected on an image by the liquid crystal optical element 1, and an image can be appreciated now from the front of this liquid crystal optical element 1.

[0059] Moreover, when using this projection mold display as a front projection mold, the location of a convex lens 27 is adjusted and the image formation of the parallel light of an image is made to carry out

ahead, as shown in drawing 6 rather than the liquid crystal optical element 1. Moreover, while controlling the applied voltage of the liquid crystal optical element 1, or heating and making it this liquid crystal optical element 1 be in a transparence condition in this case, a screen 28 is arranged ahead of the liquid crystal optical element 1. Then, the image on which it was projected by this screen 28 with the convex lens 27 can be appreciated now.

[0060] In addition, in using as an anterior projection mold, since it becomes right-and-left reverse, it is necessary to also change the image which the liquid crystal display component 25 forms according to this with the case where the image to project is a tooth-back projection mold. Moreover, when the liquid crystal optical element 1 is in a transparence condition and it has the function of a convex lens or a concave lens, the focal distance of a convex lens 27 will be assisted.

[0061]

[Effect of the Invention] According to the liquid crystal optical element of this invention, it can change by changing the light-scattering condition and transparence condition of liquid crystal between the conditions of making the condition of scattering incident light, and incident light refracted with lenses, such as a Fresnel lens, and making them condensing or emitting so that clearly from the above explanation. Moreover, it can change by changing the refractive index of liquid crystal between the condition of scattering incident light with lenses, such as a lenticular lens, and the condition of not making incident light refracted with this lens, but making it penetrating as it is. Furthermore, it can change now by changing the refractive index of liquid crystal between the condition of scattering incident light with lenses, such as one lenticular lens, and the condition of making it refracted so that incident light may be condensed or emitted with lenses, such as a Fresnel lens of another side.

[0062] Moreover, if the above-mentioned liquid crystal optical element is used for image projection equipment, it is possible to make a tooth-back projection mold and a front projection mold serve a double purpose by change in the light-scattering condition of this liquid crystal optical element and the transparence condition.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The liquid crystal which is enclosed between the transparence substrate of the pair countered and prepared, and the transparence substrate of this pair, and can take one of the conditions of the 1st condition and the 2nd condition at least, The optical member which is formed in this liquid crystal side of [ one / at least ] the transparence substrates of this pair and which makes light condense or emit, The liquid crystal optical element which makes light condense or emit when it is a liquid crystal optical element equipped with the liquid crystal control means which switches this 1st condition and this 2nd condition, light is scattered when this liquid crystal takes this 1st condition, and this liquid crystal takes this 2nd condition.

[Claim 2] The liquid crystal optical element according to claim 1 said whose optical member is a Fresnel lens.

[Claim 3] The liquid crystal which is enclosed between the transparence substrate of the pair countered and prepared, and the transparence substrate of this pair, and can take one of the conditions of the 1st condition and the 2nd condition at least, The optical member which is formed in this liquid crystal side of [ one / at least ] the transparence substrates of this pair and over which light is scattered, The liquid crystal optical element over which light is scattered when it is a liquid crystal optical element equipped with the liquid crystal control means which switches this 1st condition and this 2nd condition, light is penetrated when this liquid crystal takes this 1st condition, and this liquid crystal takes this 2nd condition.

[Claim 4] The liquid crystal optical element according to claim 3 said whose optical member is a lenticular lens.

[Claim 5] the 1st transparence substrate -- this -- with the transparence substrate of a pair which consists of the 2nd transparence substrate which counters the 1st transparence substrate and is prepared The liquid crystal which is enclosed between the transparence substrates of this pair and takes one of the conditions of the 1st condition and the 2nd condition at least, this -- with the 1st optical member which is formed in this liquid crystal side of the 1st transparence substrate and which makes light condense or emit this -- with the 2nd optical member which is formed in this liquid crystal side of the 2nd transparence substrate and over which light is scattered The liquid crystal optical element which makes light condense or emit when it is a liquid crystal optical element equipped with the liquid crystal control means which switches this 1st condition and this 2nd condition, light is scattered when this liquid crystal takes this 1st condition, and this liquid crystal takes this 2nd condition.

[Claim 6] The liquid crystal optical element according to claim 5 said whose 2nd optical member said 1st optical member is a Fresnel lens, and is a lenticular lens.

[Claim 7] It is the liquid crystal optical element according to claim 1, 3, or 5 which switches said the 1st condition and said 2nd condition by having further a heating means to heat this liquid crystal in order to cause the phase transition of said liquid crystal when said liquid crystal control means controls this heating means.

[Claim 8] It is the liquid crystal optical element according to claim 1, 3, or 5 which switches said the 1st

condition and said 2nd condition by having further the transparent electrode formed on the transparence substrate of said pair, and an electric-field impression means to impress electric field to this transparent electrode in order to change the molecular arrangement of said liquid crystal when said liquid crystal control means controls this electric-field impression means.

[Claim 9] A heating means to heat this liquid crystal in order to cause the phase transition of this liquid crystal, and the transparent electrode formed on the transparence substrate of said pair, When this transparent electrode is further equipped with an electric-field impression means to impress electric field in order to change the molecular arrangement of this liquid crystal, and said liquid crystal control means controls this heating means and this electric-field impression means The liquid crystal optical element according to claim 1, 3, or 5 which switches said the 1st condition and said 2nd condition.

[Claim 10] Image projection equipment further equipped with the liquid crystal optical element according to claim 1, 3, or 5 which receives this image light that is image projection equipment equipped with the light source which generates light, the liquid crystal display component which changes this light into reception, changes this light into image light, and carries out outgoing radiation, and a projection means to project this image light, and was projected.

---

[Translation done.]